

Evaluation du degré de transformation de l'amidon en alimentation animale

1. Notion d'endommagement de l'amidon en Alimentation Animale

L'amidon est une source d'énergie très utilisée en alimentation animale. A l'état natif, ce constituant des matières premières possède une structure en grains semi-cristallins.

Sous cette forme, la plupart des amidons sont très bien digérés par les monogastriques adultes. Néanmoins des traitements détruisant la structure cristalline des grains d'amidon sont nécessaires lorsque des produits amyliques sont incorporés dans les aliments pour jeunes animaux ou carnivores (Champ, 1993). Cette modification de la structure de l'amidon (diminution de la cristallinité, dépolymérisation, augmentation de la surface spécifique) se traduit chez ces animaux par une augmentation de la digestibilité de ce constituant.

Dans la littérature technique, plusieurs termes sont utilisés pour exprimer les modifications de l'état structural de l'amidon sous l'action des traitements. Les expressions les plus courantes sont : le niveau d'endommagement, le degré de gélatinisation, le degré de modification, le degré de transformation ou l'état de l'amidon.

2. Les Méthodes de Mesure en Laboratoire

Trois méthodes de laboratoires peuvent être utilisées pour caractériser l'état d'endommagement de l'amidon : la susceptibilité de l'amidon à l'hydrolyse par une α -amylase bactérienne, le test de solubilité-gonflement, l'analyse enthalpique différentielle (Planchot, 1994).

Il faut noter qu'il existe une forte variabilité de l'état de l'amidon dans les différentes matières premières et mélanges non traités. Ceci rend nécessaires la détermination du niveau d'endommagement de l'amidon sur les produits avant traitement lorsque l'on souhaite quantifier l'influence du traitement sur l'état de l'amidon.

2.1. Susceptibilité à l' α -amylase bactérienne

L'hydrolyse enzymatique étant plus rapide lorsque l'amidon est modifié, l'évolution de la vitesse d'hydrolyse de l'amidon par une amylase bactérienne permet de caractériser le niveau d'endommagement de l'amidon.

La dégradation de l'amidon est exprimée en gramme d'amidon hydrolysé/100 g d'amidon total en fonction du temps. La courbe ainsi obtenue (Figure 1) peut être décrite par trois variables :

- V_i : la vitesse d'hydrolyse initiale. Elle correspond au taux d'amidon hydrolysé au temps de 5 minutes ;
- V_f : la vitesse d'hydrolyse finale. Elle correspond au taux d'amidon hydrolysé au temps de 120 minutes ;
- FFH : la fraction facilement hydrolysable. Cette valeur est déterminée par extrapolation au temps 0 minute de la partie linéaire de la courbe d'hydrolyse. Il s'agit de la variable la plus couramment utilisée pour exprimer l'état d'endommagement de l'amidon.

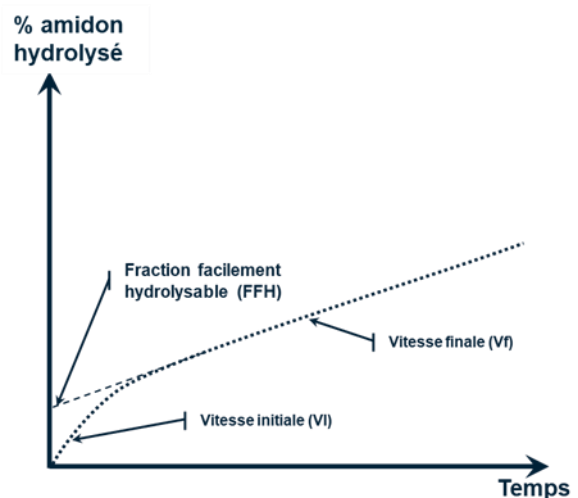


Figure 1 : Cinétique de l' α -amylolyse in vitro

La mesure de la susceptibilité à l'hydrolyse par une α -amylase bactérienne est précise, mais l'origine de l' α -amylase bactérienne utilisé peut avoir une influence très importante sur les résultats du dosage (TECALIMAN, 1995).

Il faut noter que la granulométrie de l'échantillon analysé a une influence notable sur la vitesse d'hydrolyse par l' α -amylase bactérienne. Il est donc nécessaire de normaliser la granulométrie des échantillons avant analyse.

Cette méthode permet de différencier la plupart des associations produits-traitements rencontrées en alimentation animale : granulation, conditionnement haute pression (C.H.P. = expandeur), floconnage, extrusion mono- ou bi-vis.

Les mesures réalisées sur des poissons carnivores montrent qu'il existe une relation entre la susceptibilité de l'amidon de maïs à l'hydrolyse par une α -amylase bactérienne et sa digestibilité in vivo chez la truite (Figure 2).

2.2. Analyse enthalpique différentielle

Par rapport à un amidon natif, l'amidon partiellement endommagé à un endotherme réduit, alors qu'un amidon complètement endommagé ne présente plus d'endotherme.

Cette méthode permet de déterminer l'endotherme de l'amidon endommagé par rapport à celui de l'amidon natif, puis de calculer les variations d'enthalpie.

En général, quel que soit le traitement technologique et la nature du produit traité, l'enthalpie de gélatinisation de l'amidon traité diminue par rapport à l'enthalpie mesurée sur l'amidon non traité.

La variation d'enthalpie observée est très faible pour un aliment granulé et devient importante pour les produits floconnés, cette diminution étant fonction de la nature du produit amylicé floconné.

Pour les produits extrudés, aucun endommagement de gélatinisation de l'amidon n'est détectable. Dans ce cas, l'amidon est estimé complètement gélatinisé.

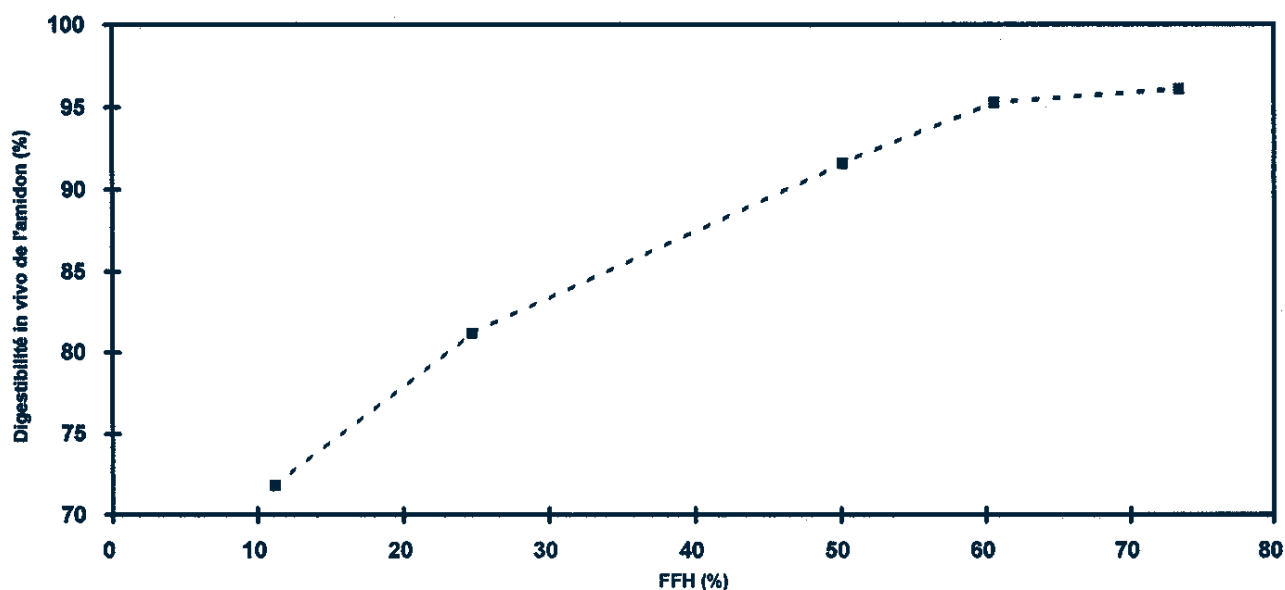


Figure 2 : Relation entre la digestibilité in vivo chez la truite et la susceptibilité à l' α -amylase d'un maïs floconné

2.3. Test de solubilité et gonflement

La détermination de la solubilité et du gonflement est basée sur la disparition de la structure cristalline du grain d'amidon au cours d'un traitement, ce qui permet dans un premier temps l'absorption massive d'eau et dans un second temps l'exsudation d'une partie des constituants à l'extérieur du grain. Ce phénomène est fonction de l'intensité du traitement technologique.

Les capacités de gonflement et de solubilité du grain d'amidon sont mesurées par la méthode de centrifugation, avec un excès d'eau (la taille des particules et la température sont deux paramètres expérimentaux qu'il faut contrôler avec précision).

La solubilité correspond au pourcentage de matière sèche solubilisée à partir d'une suspension de produit broyé et mesuré dans le surnageant après une étape de centrifugation après un temps donné et à une température donnée.

Le taux de gonflement est le taux d'hydratation du culot de centrifugation, il est exprimé en gramme d'eau par gramme de matière du culot.

Ces deux caractéristiques ne suivent pas les modifications observées précédemment par la susceptibilité à α -amylase bactérienne et l'analyse enthalpique différentielle.

Cette méthode de mesure de l'état d'endommagement de l'amidon convient pour la cuisson-extrusion, c'est à dire pour suivre les modifications les plus importantes du grain d'amidon.

2.4. Conclusions

La sélection d'une méthode de mesure du degré d'endommagement est possible en adoptant la méthode analytique qui donne l'amplitude maximale de variation.

Pour la cuisson-extrusion, la détermination du pouvoir de gonflement et de la solubilité de l'amidon en milieu aqueux permet de bien discriminer les échantillons. Il s'agit d'une méthode relativement simple à mettre en oeuvre.

Pour le floconnage, la granulation, le C.H.P., le C.H.P.-granulation, la susceptibilité à l'hydrolyse enzymatique est la méthode la mieux appropriée. Il faut aussi souligner que cette méthode permet de quantifier le degré d'endommagement des produits extrudés.

L'analyse enthalpique différentielle permet de discriminer l'ensemble des associations produits-procédés, mais il s'agit d'une méthode complexe nécessitant un matériel spécifique et coûteux.

3. Application de la méthode d'hydrolyse par une α -amylase bactérienne à une typologie des produits fabriqués par l'industrie de l'Alimentation Animale

Différents procédés technologiques de l'alimentation animale sont connus pour entraîner des modifications de l'amidon. Il s'agit de traitements hydrothermiques qui combinent l'action de l'eau, de la chaleur et du temps ; cette action est souvent complétée d'un traitement mécanique qui désorganise la matière (Melcion, 1988). Selon le mode d'application et la combinaison de ces trois facteurs, il est possible de différencier quatre procédés technologiques : la granulation, le floconnage, la cuisson-extrusion et le conditionnement à haute pression (C.H.P.) associé ou non à la granulation.

Dans une typologie réalisée par TECALIMAN et l'INRA en milieu industriel, seize associations de produits-procédés sont étudiées (TECALIMAN, 1995).

Sur la base des échantillons analysés, avec toutes les limites dues à un échantillonnage restreint, le classement de la sévérité des traitements par rapport à l'état de modification de l'amidon est : Extrusion bi-vis > extrusion mono-vis > floconnage > granulation = « C.H.P. + granulation ».

Au cours du floconnage du pois et du maïs, la fraction facilement hydrolysable (FFH) croît respectivement d'environ 15 et 45 %, alors que pour ces mêmes produits, elle augmente de plus de 75 % après un traitement par cuisson-extrusion.

L'augmentation du degré d'endommagement de l'amidon des aliments composés au cours de la granulation, du conditionnement à haute pression ou du conditionnement à haute pression associé à la granulation est généralement plus faible. Il est de l'ordre de 17 à 27 points de FFH (Figure 3).

Ces résultats demanderaient à être confirmés par des campagnes de mesures complémentaires. Cependant, il apparaît que la granulation et dans certains cas le conditionnement à haute pression ne sont pas des procédés entraînant une modification importante de l'état de l'amidon en comparaison aux procédés de floconnage et de cuisson-extrusion.

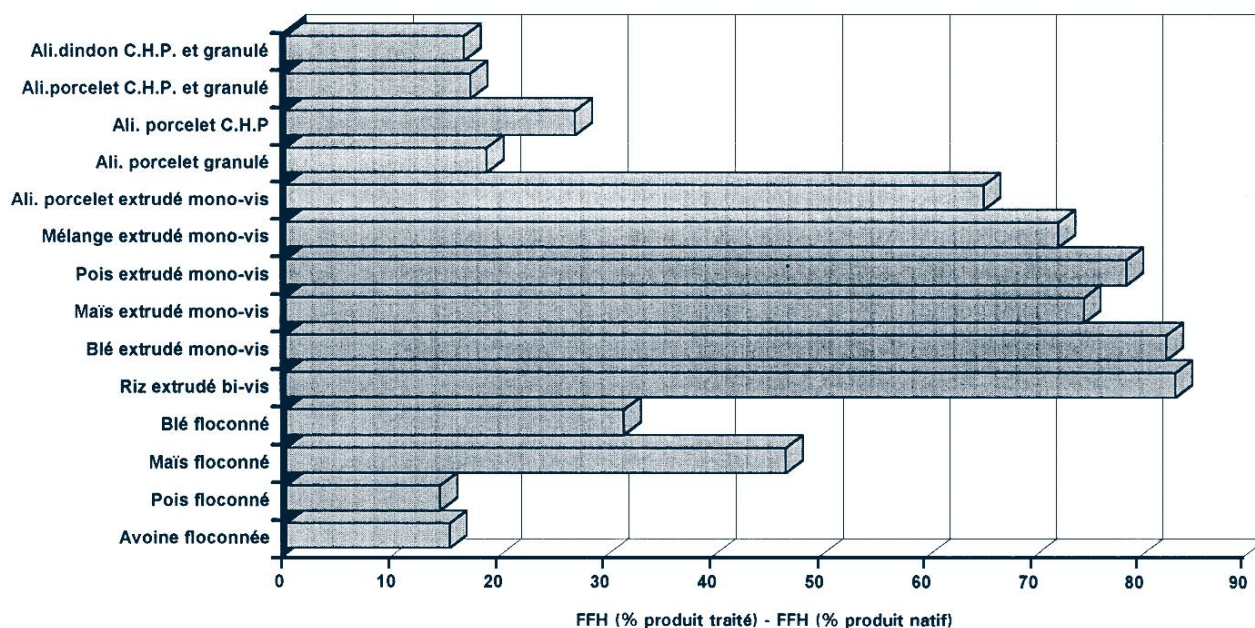


Figure 3 : Augmentation de la FFH au cours du traitement

4. Bibliographie

CHAMP M., COLONNA P., 1993.

Importance de l'endommagement de l'amidon dans les aliments pour animaux, INRA Prod. Anim., 6, (3), 185-198.

PLANCHOT V., COLONNA P., SAULNIER L., 1994.

Dosages des glucides et des amylases, Guide Pratique d'Analyses dans les Industries des

Céréales, Ed. B. Godon et W. Loisel, Lavoisier.

MELCION J.P., 1988.

Traitements thermiques et hydrothermiques des graines oléoprotéagineuses, i'Doc_M1, i'Doc_M6 et i'Doc_S10 TECALIMAN

TECALIMAN, Février 1995.

Evaluation du degré de transformation de l'amidon en Alimentation Animale, i'Doc_M4 TECALIMAN